



الهواء في تجارب

٧

السلسلة العلمية

مكتبة الطفل مكتبة الطفل مكتبة الطفل مكتبة الطفل مكتبة الطفل مكتبة الطفل



في سبيل ثقافة علمية هادفة للأطفال

تصدر

دائرة ثقافة الأطفال

ثلاث سلاسل من الكتب العلمية للأطفال والاحداث

● السلسلة الاولى بعنوان (صديقتنا الطبيعة) وهي موجهة للأطفال بعمر ٧ - ٨ سنوات وصدر منها ثلاثة كتب هي :

١ - الحيوانات في الطبيعة .

٢ - النباتات في الطبيعة .

٣ - الصخور في الطبيعة .

● السلسلة الثانية بعنوان (حكايات رائد) وهي موجهة للأطفال بعمر ٩ - ١٠ سنوات وصدر منها ثلاثة كتب هي :

١ - رائد والقمر .

٢ - رائد والغذاء .

٣ - رائد والالات .

● السلسلة الثالثة بعنوان «نتعلم من التجربة» وهي موجهة للاحداث بعمر ١١ - ١٢ سنة وصدر منها ثلاثة كتب هي :

١ - الهواء في تجارب .

٢ - الماء في تجارب .

٣ - الكهرباء في تجارب .

ترقبوا صدور كتب اخرى في هذه السلاسل العلمية الثلاث .

الجمهورية العراقية - وزارة الثقافة والاعلام - دائرة ثقافة الأطفال - مكتبة الطفل

الناشر : دائرة ثقافة الأطفال . . ع . ب ١٤١٧٦ بغداد

سعر النسخة ٥٠ فلساً



السلسلة
العلمية
٧

نتعلم من التجربة ١

الهواء في تجارب

الهواء في تجارب

تأليف: كامل أدهم الدباغ



رسوم : مجموعة من الرسامين
تصوير : عصام المحاوييلي
رضا حسن

الهواء من حولنا

عندما نذهب إلى المطار للسفر أو لتوديع قريب أو صديق سوف نتأخر لنا بكل تأكيد فرصة التفرج على الطائرات في هبوطها وفي صعودها . وسوف يدركك العدد الكبير من الركاب الذين تستطيع الطائرة حملهم مع أمتعتهم . إضافة إلى الوقود الذي تحمله الطائرة بما يكفيها لقطع مسافات طويلة خلال طيرانها . ولا بد أنها تحتاج إلى كمية كبيرة من الوقود لهذا الغرض . وكل ذلك في طائرة واحدة ثم لا تلبث أن ترتفع في الهواء بسرعة .

إن طيران الطائرة يؤثر فينا الكثير من المشاعر تجاه الناس الذين تحملهم الطائرة الذين جئنا لتوديعهم ولكنه يؤثر فينا أيضاً الكثير من الأسئلة عن الطائرة نفسها وعن الطريقة التي تطير بها وعن الهواء الذي يحملها . ألم نتعود على وصف الهواء بأنه خفيف جداً وبأنه رقيق جداً ؟ فكيف يستطيع هذا الهواء الخفيف والرقيق رفع مثل هذه الطائرة الضخمة بكل ما فيها من ناس ومنايع ووقود ؟ هذا سؤال واحد عن الهواء من بين أسئلة كثيرة أخرى يمكن أن يثيره فينا مشهد صعود الطائرة من أمامنا .

وعندما تختفي الطائرة وراء الغيوم أو وراء الأفق بحين موعد عودتنا من المطار ولكننا سوف نعود ونحن نحمل معنا كل تلك الأسئلة عن الطائرة وعن الهواء من حولنا . وقد تلجأ إلى من هم أكبر منا عمراً من أهلنا أو معارفنا أو قد تلجأ إلى معلمنا لنحصل منهم على أجوبة لبعض أسئلتنا . وقد نستعين بكتاب أو أكثر من كتاب لنقرأ فيها أجوبة لأسئلة أخرى . وهذا كله شيء حسن وشيء جميل . ولكن ما أحسن وما أجمل أن نتعلم بأنفسنا من التجربة . وأن نستكشف من التجارب التي نجربها بأنفسنا المبادئ العلمية والحقائق العلمية التي تساعدنا في الوصول إلى الأجوبة التي نريدها لتلك الأسئلة أو لبعضها على الأقل .

في هذا الكتاب سوف نضع بين يديك عزيزي القارئ مجموعة من التجارب العلمية العملية التي نعتقد بأنها سوف تساعدك فيما تسعى إليه من أجوبة لأسئلتك عن الهواء ولكن ليس لجميع الأسئلة لأن المعرفة العلمية ليس لها حدود وعليك أن تبحث بنفسك . وأن تتذكر بنفسك التجربة التي تحتاجها .



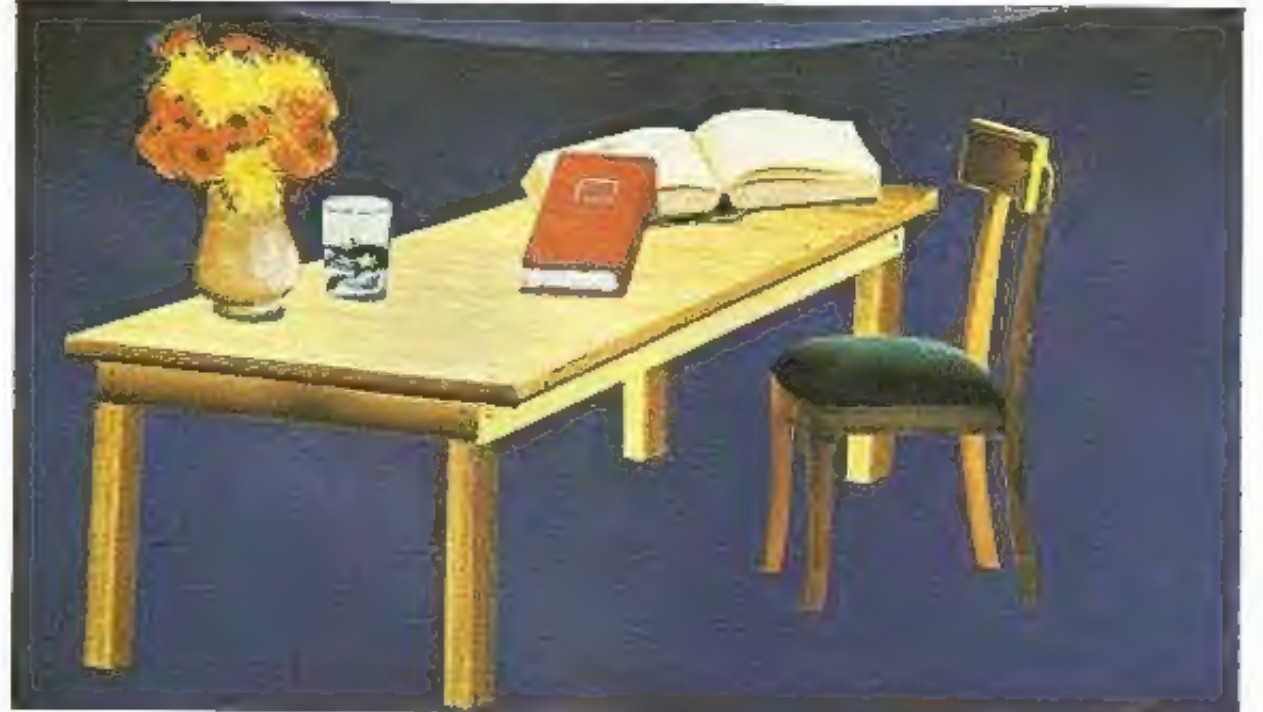
تجارب على حجم الهواء

تجربة (١)

هل الهواء له حجم ؟

يمكنك التأكد من ذلك بإجراء التجربة البسيطة التالية . لاحظ الصور جيداً ، وتابع إجراء التجربة . خذ وعاء من الأوعية الكبيرة والعبيقة المتوفرة لديك في البيت . املأ الوعاء بالماء إلى قُرب حافته العليا ولون الماء باضافة بضع قطرات من الحبر إليه . ثم خذ قديحاً (قارغاً) من أقذاح الماء الشفافة الزجاجية أو البلاستيكية واقبل القديح فوق سطح الماء في الوعاء بحيث تكون فوهة القديح إلى

جميع الأشياء التي نستعملها في حياتنا اليومية لها حجم (شكل ١) . فالمنضدة لها حجم . والكرسي له حجم . والكتاب له حجم . حتى الماء الذي نشربه له حجم وهو يشغل جزءاً من القديح الذي يوضع فيه . فهل الهواء له حجم أيضاً ؟



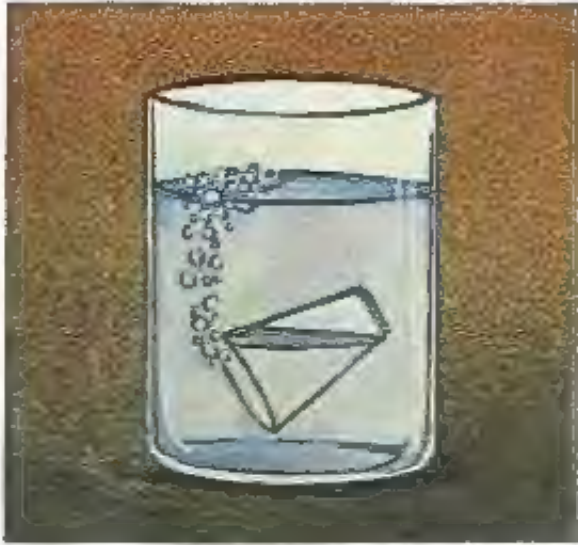
شكل (١)



شكل (٢-أ)



شكل (٢-ب)



شكل (٢-ج)

أسفل : (شكل ٢-أ) ادفع القديح تدريجياً إلى أسفل في داخل الماء إلى أن يغطس تماماً . ماذا تلاحظ الآن ؟ هل امتلأ القديح بالماء ؟ هل بقيت في داخل القديح منطقة لم يدخلها الماء ؟ ماذا يوجد في هذه المنطقة ؟ ألا تعتقد أنه هواء ؟ ألا يدل ذلك على أن الهواء قد أشغل حيزاً في داخل القديح أي أن الهواء له حجم أيضاً ؟ هل تعتقد الآن بأن القديح كان (قارغاً) فعلاً ؟ أم أنه كان مملوفاً بالهواء ؟ (شكل ٢-ب)

أميل القديح الآن بصورة تدريجية إلى أحد الجوانب وهو في داخل الماء . (شكل ٢-ج) لاحظ فقاعات الهواء التي بدأت بالخروج من القديح . لاحظ أيضاً بأن الماء أخذ يدخل إلى داخل القديح ليحل محل الهواء الذي يخرج إلى الخارج . استمر في زيادة ميلان القديح إلى أن يخرج جميع الهواء . هل امتلأ القديح الآن بالماء ؟ هل تأكدت الآن بأن الهواء مثل جميع الأشياء الأخرى له حجم أيضاً ؟

لا بد أنك لاحظت من هذه التجربة بأن حجم الهواء ليس ثابتاً فكيف يتغير حجم الهواء ؟ لمعرفة ذلك تابع إجراء التجريبتين التاليتين :

تجربة (٢)

هل يتغير حجم الهواء بتغير ضغطه ؟

لإجراء هذه التجربة يمكنك استعمال نفس الأدوات التي استعملتها في التجربة السابقة (التجربة الأولى) المكونة من وعاء كبير وعميق مملوء بالماء الملون وقدر عاء (فارغ) شفاف من الأقداح الزجاجية أو البلاستيكية لاحظ الصور وتابع إجراء التجربة .

إقلب القدر فوق سطح الماء بحيث تكون فوهته إلى أسفل وملامسة لسطح الماء . (شكل ٣-أ) إن حجم الهواء الموجود داخل القدر في هذه الحالة يكون مساوياً لسعة القدر . أي مساوياً للحجم الداخلي للقدر .

إدفع القدر إلى أسفل في داخل الماء إلى أن ينغمر تماماً في الماء . لاحظ كيف نقص حجم الهواء داخل القدر بحيث أصبح يشغل جزءاً من القدر . استعمل مسطرة لقياس فرق مستوى الماء داخل القدر عن مستوى الأعلى في الوعاء . (شكل ٣-ب) . لاحظ أيضاً أنك تحتاج إلى قوة لدفع القدر داخل الماء .

استمر في دفع القدر إلى أسفل إلى عمق أكبر ولاحظ كيف تناقص حجم الهواء داخل القدر . استعمل المسطرة لقياس فرق مستوى سطح الماء داخل القدر عن مستوى الوعاء (شكل ٣-ج) .



شكل (٣-أ)



شكل (٣-ب)



شكل (٣-ج)



شكل (٣-د)

ادفع القدر مسافة أخرى إلى أسفل وتأكد بأن حجم الهواء قد تناقص مرة أخرى في حين أن العمق (شكل ٣-د) قد زاد . إن زيادة عمق الماء معناه زيادة ضغط الماء . ومعنى ذلك أن الضغط الذي يُسلطه الماء على الهواء المحصور داخل القدر يزداد بزيادة العمق . هل تعتقد الآن بأن حجم الهواء داخل القدر كان يتناقص بسبب زيادة الضغط المسلط عليه ؟

إرفع الآن القدر إلى أعلى بصورة تدريجية ولاحظ كيف أن حجم الهواء داخل القدر سوف يزداد بصورة تدريجية كلما قل العمق أي كلما قل الضغط الذي يُسلطه الماء على الهواء .

هل عرفت الآن كيف يتغير حجم الهواء بتغير ضغطه ؟ هل يقل حجم الهواء بزيادة ضغطه ويزداد حجم الهواء بتناقص ضغطه ؟ لاحظ أيضاً بأن درجة حرارة الهواء كانت ثابتة خلال هذه التجربة . فإذا يحدث لحجم الهواء عندما تتغير درجة حرارته ؟ لمعرفة ذلك حاول إجراء التجربة التالية :

تجربة (٣)

هل يتغير حجم الهواء بتغير درجة حرارته ؟

من التجربة السابقة عرفنا كيف يتغير حجم الهواء بتغير ضغطه . في هذه التجربة سوف نحاول معرفة تأثير التغير في درجة حرارة الهواء على حجم الهواء . لاحظ الصور بصورة جيدة وتابع اجراء التجربة .

خذ قنبلة زجاجية متوسطة الحجم من القناني المتوفرة لديك في البيت . وثبت فوق فوهتها منطاداً مطاطياً صغيراً (نفاخة) غير مملوء بالهواء . (شكل ٤-أ) استعمل خيطاً لاحتكام تثبيت رقبة المنطاد حول فوهة القنبلة .



شكل (٤-أ)

ضع القنبلة في وعاء فيه ماء ساخن . (شكل ٤-ب) لاحظ ما يحدث للمنطاد المطاطي . هل يأخذ المنطاد بالانتفاخ ؟ يمكن إضافة ماء مغلي إلى الوعاء للاسراع في انتفاخ المنطاد . من أين جاء الهواء الذي ملاء المنطاد ؟ هل تعتقد بأنه جاء من هواء القنبلة ؟ ألا يدل ذلك على أن هواء القنبلة قد تمدد بالتسخين وزاد حجمه ؟ ارفع القنبلة من الوعاء وضعها على المنضدة وانتظر فترة من الزمن إلى أن تبرد إلى درجة حرارة الغرفة . لاحظ ما يحدث الآن . هل تفرغ المنطاد المطاطي من الهواء ؟ أين ذهب الهواء الذي كان في المنطاد ؟ هل تعتقد أنه عاد إلى داخل القنبلة ؟



شكل (٤-ب)

ألا يدل ذلك على أن هواء القنبلة قد تقلص بالتبريد وقل حجمه ؟ (شكل ٤-ج) هل عرفت الآن كيف يتغير حجم الهواء بتغير درجة حرارته ؟ هل تدللك هذه التجربة بأن حجم الهواء يزداد بارتفاع درجة حرارته وأن حجم الهواء ينقص بانخفاض درجة حرارته ؟



شكل (٤-ج)

تجارب على كتلة الهواء

تجربة (٤)

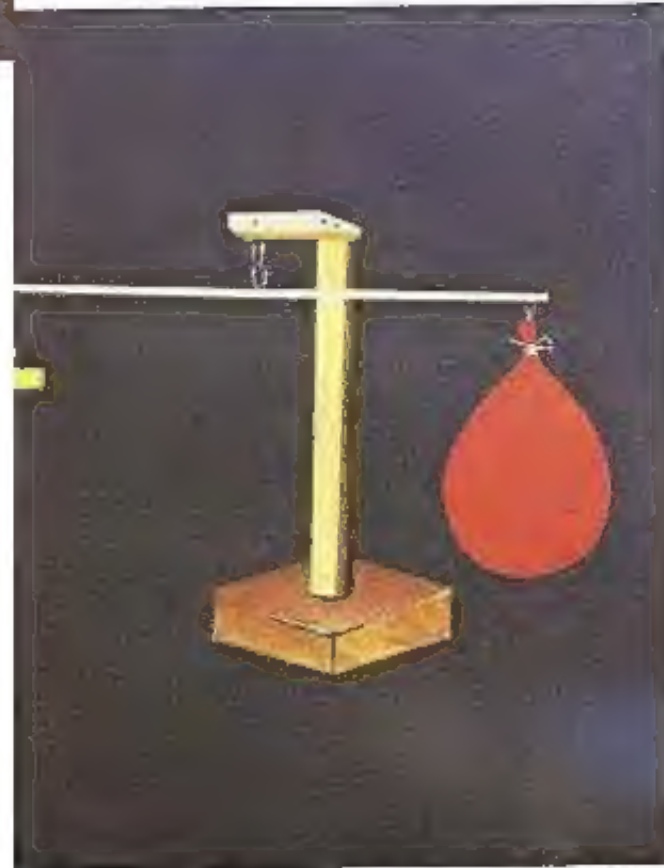
هل الهواء له كتلة ؟

نثقب المنطاد المطاطي برأس دبوس لكي يتسرب منه الهواء ويصبح قارغاً من الهواء .
ولاحظ ما يحدث . هل بقيت المسطرة في وضعها الأفقي ؟ هل ارتفع الطرف الذي يحمل المنطاد ؟ ألا يدل ذلك على أن المنطاد قد نقصت كتلته بعد خروج الهواء منه ؟ ألا يدل ذلك على

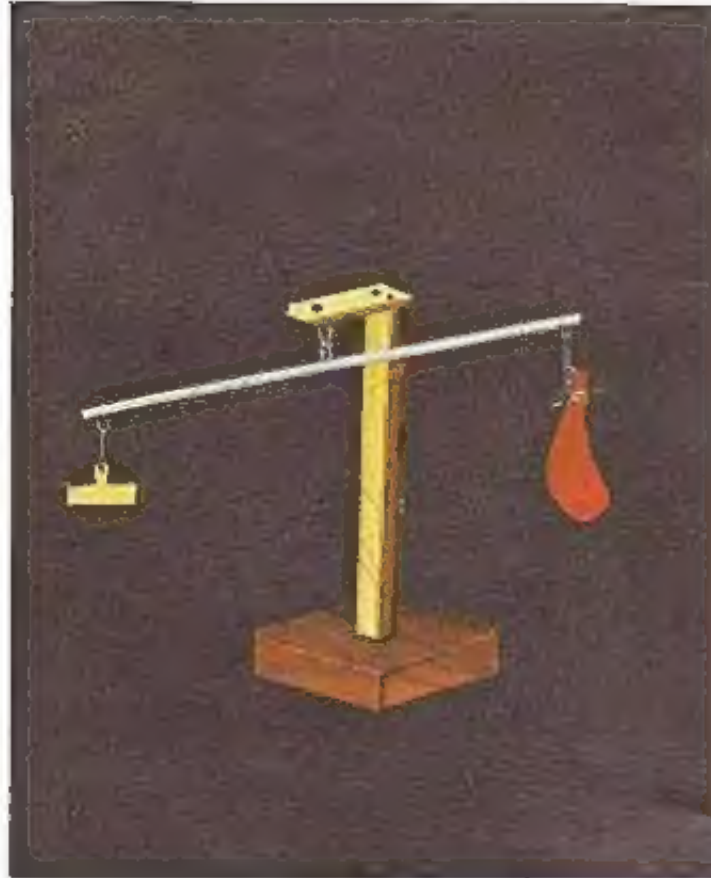
عرفنا من التجارب السابقة بأن الهواء مثل جميع الأجسام المختلفة التي نستعملها في حياتنا اليومية له حجم . وعرفنا أيضاً كيف يتغير حجم الهواء سواء بتغير ضغطه أو بتغير درجة حرارته . ولكننا تعلمنا بأن الأجسام المختلفة لها كتلة أيضاً وبإمكاننا قياس كتلة هذه الأجسام بواسطة الميزان . فهل الهواء له كتلة أيضاً ؟ وكيف يمكننا قياس كتلة الهواء ؟ لمعرفة ذلك حاول إجراء التجربة التالية . لاحظ الصور وتابع إجراء التجربة .

خذ مسطرة أو أية عصا خشبية منتظمة ذات طول مناسب وعلقها من منتصفها بحامل بواسطة خيط لتصبح بمثابة ذراع ميزان .

علق بأحد طرفي المسطرة منطاداً مطاطياً مرناً ومنفوخاً بالهواء . وعلق من الطرف الثاني للمسطرة أثقالاً تعادل المنطاد بحيث تتوازن المسطرة في وضع أفقي . (شكل ٥ - أ) .

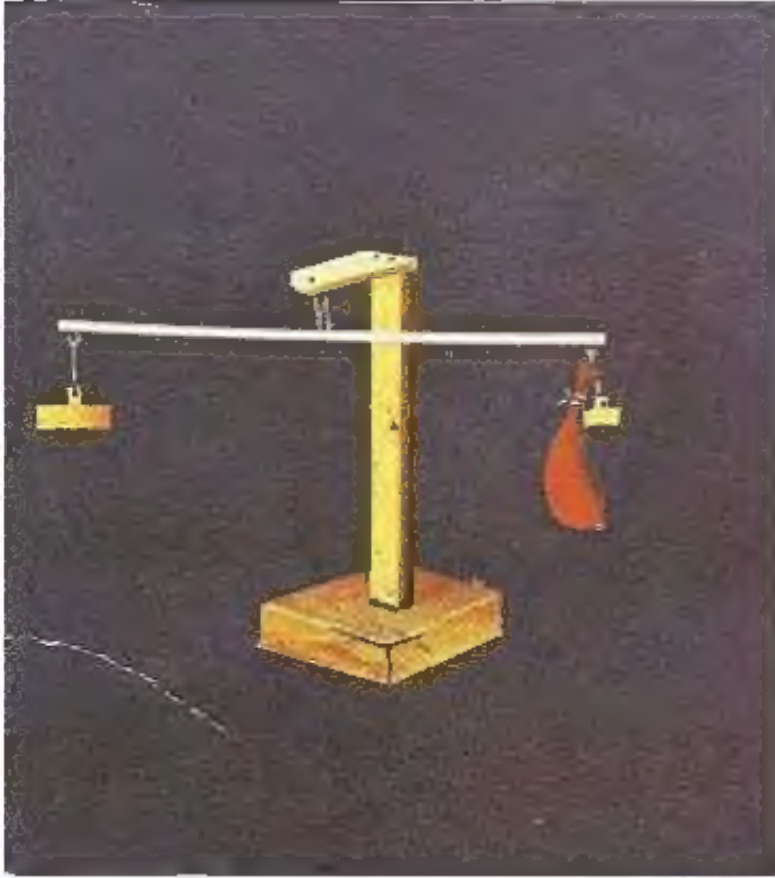


شكل (٥ - أ)



شكل (٥ - ب)

أن الهواء له كتلة ؟ (شكل ٥ - ب) .
ولكن ما مقدار كتلة الهواء الذي كان في المنطاد . لمعرفة ذلك يمكنك تعليق أثقال في نفس الطرف من المسطرة الذي يحمل المنطاد القارغ بحيث تعود المسطرة إلى التعادل في وضعها الأفقي . (شكل ٥ - ج) وهذه الأثقال تمثل كتلة هواء الذي كان في المنطاد . إلا أن حساب كتلة هواء بهذه الطريقة ليس دقيقاً ولقياس كتلة الهواء بصورة أدق حاول إجراء التجربة التالية :



شكل (٥ - ج)



شكل (٥-٦)

لكي تعود الميزان إلى حالة التوازن مرة أخرى .
(شكل ٦-٥) هذه الأثقال الإضافية تمثل
كتلة الهواء الذي دخل إلى الوعاء . أي تساوي
كتلة الهواء الذي ملأ الوعاء .

لاحظ أن كمية الهواء التي ستدخل إلى
داخل الوعاء عند فتح الصنبور سوف تعتمد
على ضغط الهواء ودرجة حرارة الهواء عند
إجراء التجربة . وعليه فإن كتلة الهواء التي
تدخل إليها من التجربة تمثل كتلة الهواء الذي
يملأ الوعاء في الظروف الجوية السائدة أثناء
إجراء التجربة من حيث الضغط ودرجة الحرارة .
ومع ذلك فإن إعادة التجربة في
أوقات مختلفة وفي ظروف جوية مختلفة .



شكل (٦-٦)

أغلق صنبور الوعاء وافصل الوعاء عن
أنبوب التوصيل . وضع الوعاء وهو مغلق
في إحدى كفتي الميزان وضع فوق الكفة الأخرى
أثقالاً كافية لكي تتعادل كفتا الميزان . (شكل
٦-٦) هذه الأثقال تمثل كتلة الوعاء وهو
مغلق من الهواء .

فتح صنبور الوعاء لكي يدخل الهواء
ويملأ الوعاء . ثم أن الهواء له كتلة كما عرفنا
من التجربة السابقة فإن كتلة الميزان التي فيها
الوعاء سوف تزداد وتكون إلى أسفل . (شكل
٦-٦ج) .

ضع أثقالاً إضافية في الكفة الأخرى للميزان



شكل (٦-٦)

لإجراء هذه التجربة تحتاج إلى مفرغة هواء
يدوية أو كهربائية وميزان دقيق وتحتاج أيضاً
إلى وعاء زجاجي أو معدني له سدادة ذو صنبور
مُحكم . إن هذه الأدوات قد لا تكون متوفرة
لديك في البيت ولكنك تستطيع الحصول عليها
من السوق أو بمساعدة أصدقائك أو مدرستك .
لاحظ الصور وتابع إجراء التجربة :

صل الوعاء الزجاجي أو المعدني بعد
فتح الصنبور الموجود في سداده بمفرغة الهواء
بواسطة أنبوب التوصيل المطاطي . (شكل
٦-٦أ) شغل مفرغة الهواء لفترة كافية من
الزمن لتفريغ الهواء الموجود داخل الوعاء .



شكل (٦-٦)

لتجربة (٥)
كيف تُقاس كتلة الهواء ؟

تجربة (٦)

ما هي كثافة الهواء ؟

اتضح لنا من التجارب السابقة بأن الهواء له حجم وبأن الهواء له كتلة وعليه فالهواء له كثافة أيضاً . ويُقصد بكثافة المادة كتلة وحدة الحجم من تلك المادة . فما هي كثافة الهواء ؟ ما مقدار كثافة الهواء ؟ باستطاعتك معرفة ذلك من خلال الاستفادة من نتائج التجربة (٥) السابقة حيث توصلت في تلك التجربة إلى حساب كتلة الهواء الذي يملأ الوعاء المستعمل في التجربة . وكل ما تحتاجه الآن هو معرفة حجم ذلك الوعاء . وإذا لم يكن حجم الوعاء معروفاً فإن بإمكانك إيجاد حجمه بطريقة بسيطة وذلك بملء الوعاء بالماء ثم تفريغ الماء في اسطوانة مدرجة وقياس حجم الماء في التدرجات المسوّية على الأسطوانة (شكل ٧) . وبذلك يمكنك معرفة حجم الوعاء وبالتالي حجم الهواء الذي يملأ الوعاء . وبإمكانك الآن حساب كثافة الهواء من المعادلة البسيطة الآتية :

$$\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

$$\therefore \text{كثافة الهواء} = \frac{\text{كتلة الهواء}}{\text{حجم الهواء}}$$

وإذا كانت أجهزتك على درجة كافية من الدقة وإذا كانت قياساتك دقيقة فإن كثافة

الهواء التي سوف تحصل عليها من التجربة ستكون قريبة من ١,٢٩ كيلوغراماً لكل متر مكعب من الهواء . وتعتمد النتيجة على الظروف الجوية أثناء التجربة من حيث الضغط ودرجة الحرارة . إن كثافة الهواء المشار إليها تمثل كثافة الهواء عند مستوى سطح البحر وعندما تكون درجة حرارة الهواء صفراً مئوية . وتقل كثافة الهواء كلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر . كذلك تقل كثافة الهواء بارتفاع درجة حرارة الهواء .

هل تعتقد أن كثافة الهواء عند قِسم الجبال تكون أقل من كثافته عند سفوح الجبال ؟ أو عند مستوى سطح البحر ؟ وهل تعتقد بأن كثافة الهواء عند اشتداد الحر ظهراً تكون أقل من كثافته في الصباح وفي الليل ؟



شكل (٧)

هل الهواء خفيف جداً؟

لو أن العرفة التي أجريت في تجربة كثافة الهواء كانت عرفة متوسطة لحجم طولها ٥ أمتار وعرضها ٤ أمتار وارتفاعها ٣ أمتار (معظم العرف في بيوتنا هي بهذا الحجم) فإن بإمكانك حساب حجم الهواء الموجود داخل العرفة كما يأتي:

$$\text{الحجم} = \text{الطول} \times \text{العرض} \times \text{الارتفاع}$$

$$\text{حجم الهواء} = ٥ \times ٤ \times ٣ = ٦٠ \text{ متراً مكعباً}$$

وبما كانت كثافة الهواء التي توصلت إليها من التجربة كانت ١,٢٥ كيلو غراماً لكل متر مكعب، يمكنك حساب كتلة الهواء الموجود في العرفة كما يأتي:

$$\text{الكتلة} = \text{الكثافة} \times \text{الحجم}$$

$$\text{كتلة الهواء} = ١,٢٥ \times ٦٠ = ٧٥ \text{ كيلو غراماً}$$

فهل تعتقد الآن بأن الهواء فعلاً خفيف جداً؟

وبما عشت بأن كتلة رعيص الحبر التي تشتريه من السوق هي ١٢٥ غراماً فهل تستطيع حساب عدد أرغفة الحبر التي مجموع كتلتها تساوي كتلة الهواء في العرفة؟ حسناً لنحاول ذلك معاً.

$$\text{عدد أرغفة الحبر} = \frac{\text{كتلة الهواء في العرفة}}{\text{كتلة الرعيص الواحد}} = \frac{٧٥ \times ١٠٠٠}{١٢٥} = ٦٠٠ \text{ رغيف}$$

أي أن كتلة الهواء في العرفة تعادل كتلة ٦٠٠ رعيص حبر.

هل ما زلت تعتقد بأن الهواء خفيف جداً؟



تجارب على ضغط الهواء

الكتاب الموضوع فوق سطح المنضدة يُسَطَّ ضغطاً على سطح المنضدة وذلك بسبب ثقله ويُقصد بالضغط مقدار القوة المُسَطَّة على وحدة المساحة من السطح .
كذلك فإن ماء الموضوع في وعاء يُسَطَّ ضغطاً على قعر الوعاء وذلك بسبب ثقل الماء .
(شكل ٩) .

وهكذا فجميع الأشياء التي نستعملها تُسَطَّ ضغطاً على السطوح التي نوضع فوقها . فهل الهواء له ضغط أيضاً ؟ هل يُسَطَّ الهواء ضغطاً على السطوح الملامسة له ؟
التجارب الآتية توضح لك هل أن الهواء له ضغط إلى أسفل ؟ وهل أن الهواء له ضغط في الاتجاهات الأخرى ؟ لاحظ الصور وتابع إجراء هذه التجارب .

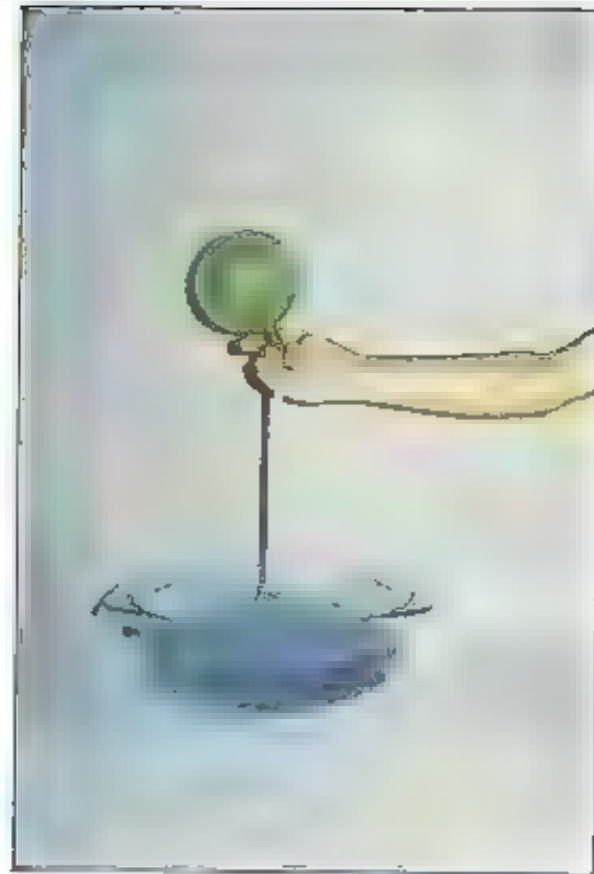
تجربة (١)

هل الهواء له ضغط إلى أسفل ؟

خذ أنبوبة رחاحة رفيعة طوله حوالي ١٥ سم ، ثبت أحد طرفي الكرة مضامبة من فتحة في حذر الكرة ، ثبت الأنبوبة مضامبة الكرة جيداً أدخل الطرف الآخر للأنبوبة في حوض ماء بحيث تكون الأنبوبة في وضع شاقولي . ضغط على الكرة طرفي بحيث تخرج كمية من الفقاعات الهوائية من طرف شبي بالأنبوبة ثم اترك الكرة لكي تسعد شكلها لأصلي (تتبع ثلثة) وشاهد ما



شكل (١)



شكل (٩)

حدث للماء في داخل الأنبوبة . (شكل ١٠)
هل ارتفع الماء داخل الأنبوبة فوق مستواه في الحوض ؟ ما هو سبب ارتفاع الماء ؟ هل تعتقد بأن ضغط الهواء المُسَطَّ على سطح الماء في الحوض هو الذي دفع الماء داخل الأنبوبة ؟ لا يدل ذلك على أن الهواء له ضغط إلى أسفل ؟

لاحظ في هذه التجربة أن الضغط على الكرة مضامبة وحروج كمية من فقاعات هوائية من شبيهاً في أنبوبة شاقولي . ضغط على الكرة وشاهد ما يحدث في حذر الأنبوبة . (تتبع ثلثة) وشاهد ما



شكل (١١)

ويمكنك لإجراء هذه التجربة الاستعانة عن لكرة مضامبة ولاستعاضة عنها بمص كمية من الهواء من الأنبوبة بواسطة الفم . (شكل ١١) إن مص كمية من الهواء سوف يؤدي إلى تميل ضغط داخل الأنبوبة وذلك أصبح ضغط هواء لحرجي المُسَطَّ على سطح الحوض أعلى من ضغط الهواء داخل الأنبوبة فيرتفع عمود من الماء داخل الأنبوبة .

تجربة (أ)

هل الهواء يسلط ضغطاً إلى أعلى ؟

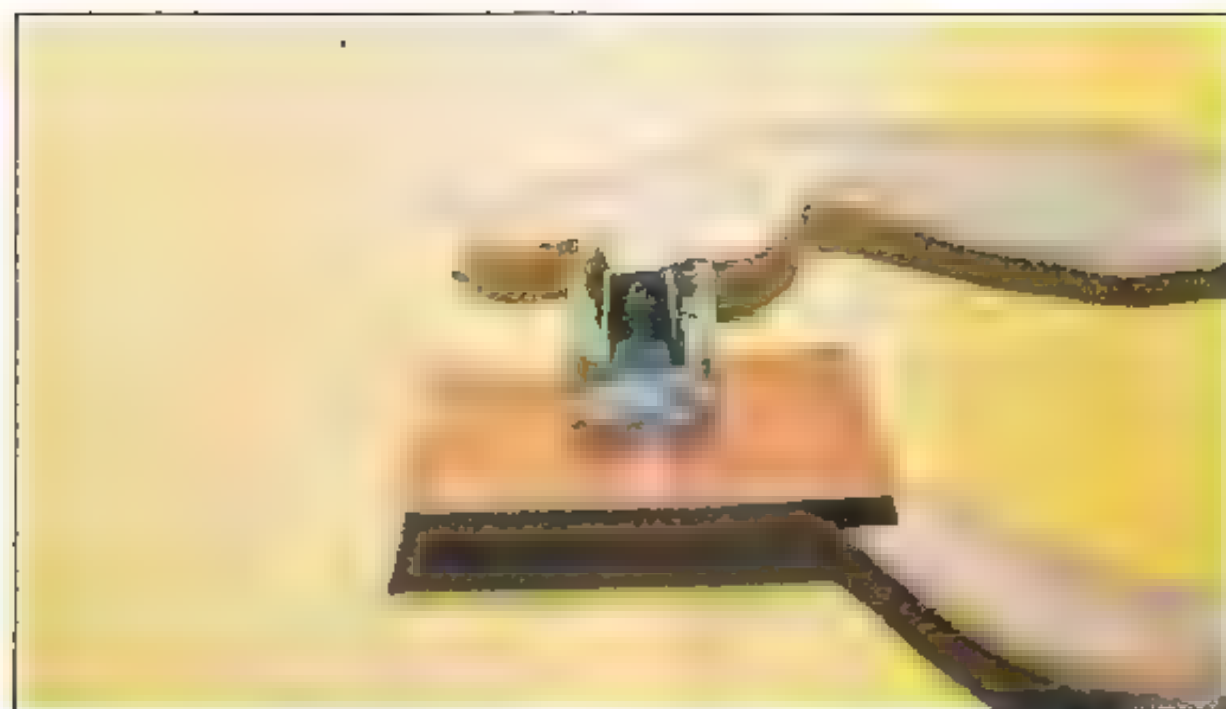
تحرية السعة أوصحت مثا للهواء
نسط ضغط من على إلى مثل والتجربة
لأية توصح لك هل ن الهواء نه ضغط من
أسفل إلى أعلى ، لا يحظر لصور وتاج إجراء
تحرية

خذ قديح ماء واملاء بالماء ثم ضع قطعة
من الورق سميت فوق فوهة القديح (شكل
١٢ - أ) اصع على قصعة لورق تكف يدك

ثم اقلب القديح بيما تكون ما تزال ضاعطاً على
قطعة الورق بيدك والآن ارفع يدك عن قطعة
الورق . (شكل ١٢ ب) ولا حط ما يحنت .
هل تسقط قطعة الورق وينكب الماء ؟ أم
تبقى قصعة ورق في مكبها ؟ كيف تفسر
عدم سقوط ورقة وعدم سكب ماء ؟ هل
تعتقد ن الهواء نسط ضغطاً على ورقة ويمعها
من السقوط ؟ ألا يدك ذلك على أن الهواء
يسط ضغطاً من أسفل إلى أعلى ؟ (شكل ١٢ -



شكل ١٢



شكل ١٢ ب



شكل ١٢ ج

تجربة (٩)

هل الهواء يسلط ضغطاً بصورة جانبية ؟

خذ عدة معدنية صغيرة من صفيح مفتوحة من علاد (شكل ١٣ - أ) اكد أن بإمكانك علل هوبها بصورة محكمة رحة بيك ثقب معدنة من حداد نحاسي وابتد من قاعها وسعة مسير عدة نفوس من جهاب معدنة إملأ عدة ماء ملاحظ أن ماء سوف تدفق من جميع ثقبب موجودة في عدة ومن جميع الاتجاهات (شكل ١٣ - ب)

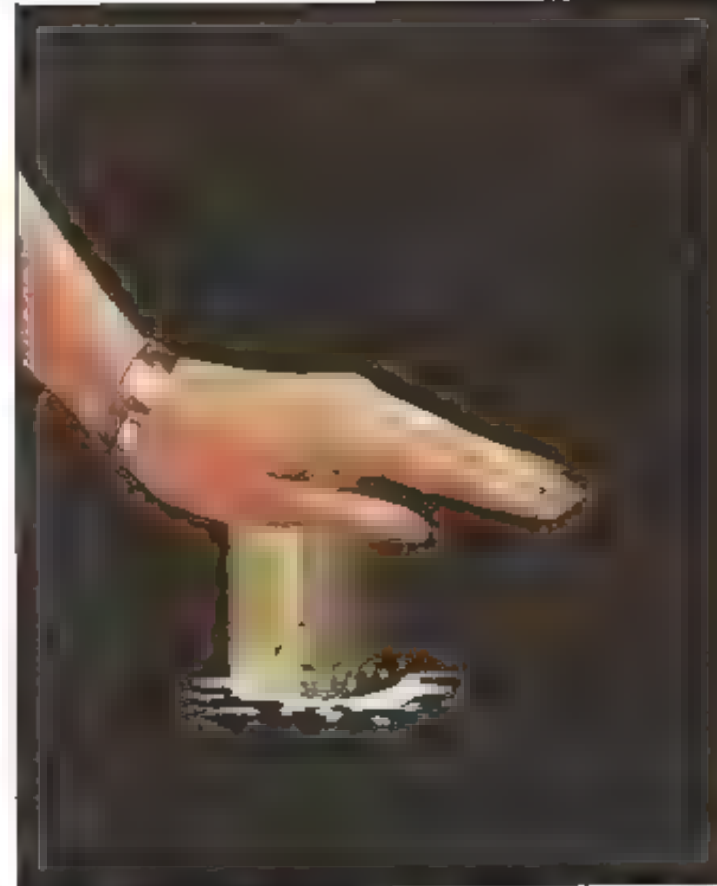
ولأن صفيح رحة يد تدفق لعدة منه واعتيقها بإحكام (شكل ١٣ - ج) لاد يحدث ؟ هل نافذ ماء عن تدفق من جميع الثقبب ؟ لاد تدفق نافذ ماء عن تدفق ؟ هل تعدد نافذ صفيح معدنة من الخارج على الثقبب هو الذي منع الماء من التدفق ؟ لا بد أن تدفق على الهواء صفيحاً يسلط بصورة جانبية أيضاً ؟ وعند أن الثقبب موزعة على كافة الاتجاهات جانبية لا تدفق ذلك على أن الهواء صفيحاً جانبياً في جميع الاتجاهات ؟ رجع يدك الآن عن هوبها ماء ولاحظ كيف أن ماء سوف يخرج التدفق من حديد من الثقبب (شكل ١٣ - د)



شكل - ١٣ - د



شكل - ١٣ - ج



شكل - ١٣ - ح



شكل - ١٣ - أ

تجربة (١٠)

كيف يمكنك قياس الضغط الجوي ؟

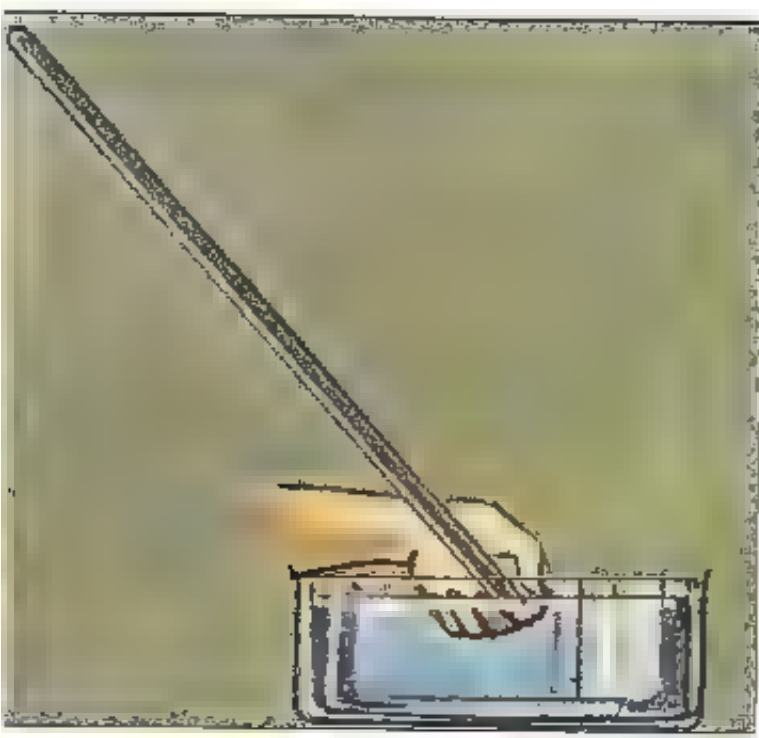
يطلق على الجهاز الذي يستخدم لقياس الضغط الجوي جهاز مقياس الضغط الجوي وتوجد أنواع عديدة من مقياس الضغط الجوي مروي رئيسي وإمكانات عمل مروي رئيسي بسيط بسيط وكل مقياس الضغط الجوي مروي كمية من ريش وسوية راحة مفتوحة من طرف واحد صمد حوالي ٨٠ سم ووعاء صغير لمرئى ومسطرة وحمى شيت جهاز و د ل تدفق ماء عدة مفتوحة من طرف

وحد يمكنك سعة سوية مفتوحة لمرئى وإطلاق أحد طرفها ماء تسحبها على طرفية

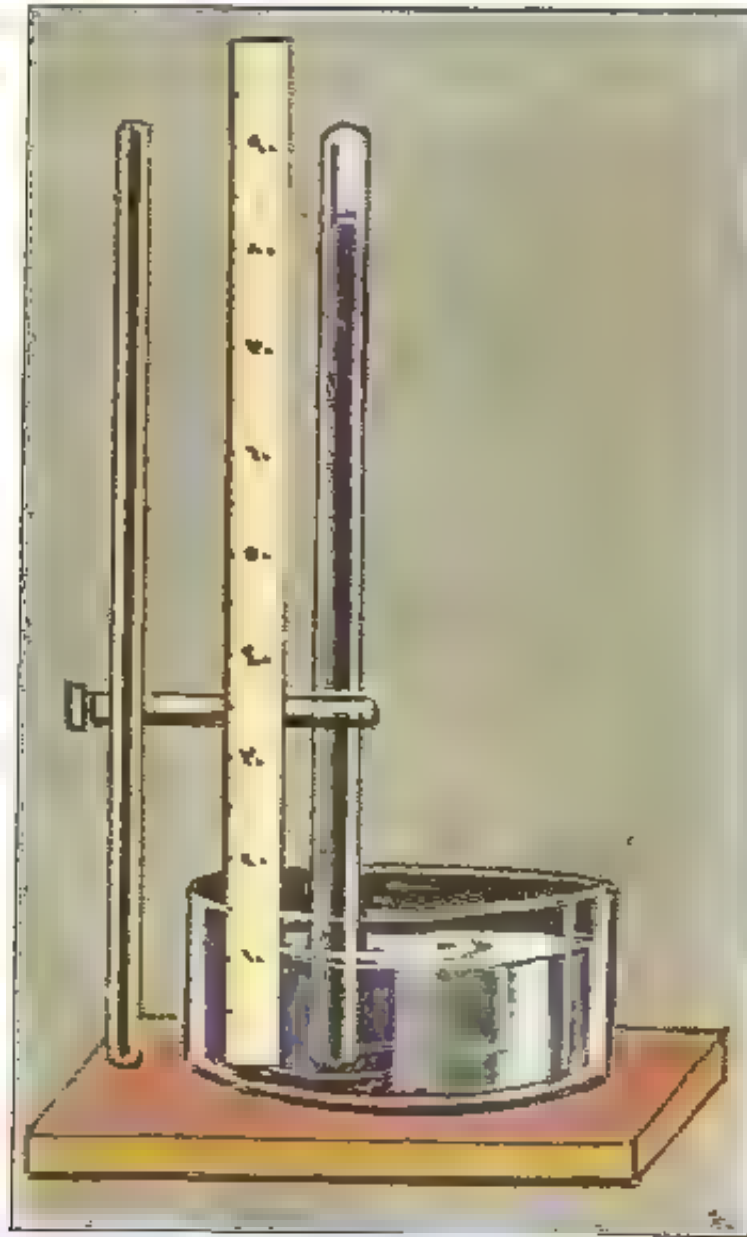
إنه ي أن الرئى مدته سافة وحرص على جنيته بعد أن مروي لأطفال صمد وندم ثوبت مكيولاب او مشروباته وحفظه عنه مري لاسكيب لأنه ثقل وسريع لاسكيب إملأ لأسوية الراحة المفتوحة من طرف واحد مرئى

تعمل هذا الغرض قسماً صغيراً وحمى لأسوية في وضع مثل السهل عملياً (شكل ١٤ - أ)

وتمتد إلى سطح أجبيه العدي
إن الضغط الجوي عند مستوى سطح
بحر يساوي ٧٦ سم زئبق وهو يقل بمقدار
١ سم زئبق لكل ١٢٠ متر من الارتفاع



شكل ١ - ب



شكل ١ - ج

اعتق هوذا لأن به بعد ملاتها الزئبق
طرف بصيغته ثم اقنها في حوض زئبق
بحيث يعمد طرفها مفتوح داخل زئبق في
حوض صغير (شكل ١٤ - ب)
بعد ذلك صعدت عن هوذا لأسفل
مع الحرص على أن تبقى هذه الفتحة دائماً
مغمورة في الزئبق داخل الحوض ثم جعل
الأنبوبة في وضع شاقولي وبناها مع المسطرة
بواسطة الحمل (شكل ١٤ - ج)

لقد حصلت الآن على مروي زئبق بسيط
تستطيع بواسطة قياس الضغط الجوي أي
قياس ضغط الهواء في الجو . وارتفاع عمود
الزئبق داخل الأنبوبة فوق مستوى في الحوض
يمثل الضغط الجوي . ويمكنك قياس الارتفاع
بواسطة المسطرة فإذا كان ارتفاع عمود الزئبق
٧٤ سم فإن الضغط الجوي هو ٧٤ سم زئبق .
أي أن ضغط الهواء يساوي ضغط عمود من
الزئبق ارتفاعه ٧٤ سم . وتنبئ ذلك أن ضغط
الهواء على سطح الزئبق في الحوض هو الذي
يدفع عمود الزئبق في داخل الأنبوبة إلى أن
يصبح ضغط الهواء مساوياً لضغط عمود زئبق
سوف تلاحظ أن ارتفاع عمود الزئبق يختلف
من وقت إلى آخر مما يدل على أن الضغط الجوي
يتغير من وقت إلى آخر . ولو أتبع لك قياس
الضغط الجوي في أماكن مختلفة لوجدت
أن الضغط الجوي يتغير من مكان إلى آخر وهو
يقل كلما بعد عن مستوى سطح بحر



شكل ٢

كيف تقاوم أجسامنا ضغط الهواء؟

إن الضغط الذي يُسببه الهواء على أحادية عند مستوى سطح البحر والمستوى القريب من ذلك يساوي وزن حوالي ١ كغم لكل سنتيمتر مربع واحد من الجسم أي حوالي ١٠ نيوتن لكل ١ سم^٢ (النيوتن وحدة الوزن وتساوي وزن حوالي ٠.١ كغم) ومعنى ذلك أن الإنسان يحمل فوق رأسه عموداً من الهواء ثقله حوالي نصف طن . وأن القوة الكلية التي يُسببها الهواء على الجسم بأكمله تساوي حوالي ١٠ أطنان . فكيف لا نشعر بوطأة هذا الثقل وهذه القوة ؟ ولماذا لا يتهم جسمنا تحت وطأة هذه القوة ؟

لاحظ ورقة خفيفة تمسكها في يديك في وضع أفقي (شكل ١٥) كيف تستطيع تحريك نفل الهواء من فوقها ؟ لمستك تذكر أن الهواء لا يضغط فقط من أعلى إلى أسفل على الورقة بل يضغط أيضاً من أسفل إلى أعلى . وبذلك تتعادل القوة تقريباً من الجهتين .

والشيء نفسه يطبق على جسم الإنسان فالهواء يضغط على الجسم من جميع الجهات وذلك لا نشعر به لأنه (شكل ١٦) أما سبب عدم تهتم الجسم فيعزى إلى وجود ضغط في داخل جسمه من الأوعية الدموية وفي التجاويف الموجودة داخل الجسم وهذا الضغط يُعادل الضغط الخارجي . لاحظ أيضاً هذا العرص صعيحة رفيعة فارغة فهي الأخرى لا تهتم لأن ضغط الهواء في داخلها يُعادل ضغط الهواء من الخارج .

تذكر ما يحدث منسقي الحبال عندما يصبون إلى ارتفاعات كبيرة حيث يبدأ الدم يساق من الألف ومن بين الأصابع ومن بين ماصق رقبته الأخرى لأن الضغط من داخل الجسم ومن الأوعية الدموية يهبط في هذه الارتفاعات أكثر من ضغط الهواء من الخارج .

شكل ١٥

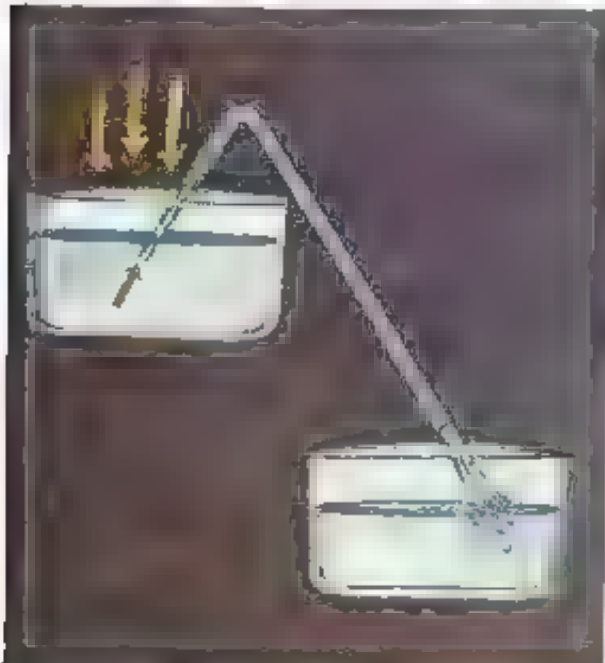


شكل ١٦

تجارب على السيفون

لما تصنع قطراب من الحجر تكون حركة الماء أوضح هل تعتقد أن الضغط الجوي (ضغط الهواء) تسلط على سطح الماء في الوعاء الأول هو الذي يدفع الماء إلى داخل الأنبوبة في الطرف القصير منها إلى متى سوف يستمر جريان الماء ؟ إلى أن ينتهي الماء في الوعاء الأعلى ؟ أم إلى أن يتساوى مستوى سطح الماء في الوعائين ؟ تأكد من ذلك .

هذا الجهاز يسمى (السيفون) . هل تستطيع أن تفكر باستعمالات مفيدة لسيفون ؟
شكل (١٧)



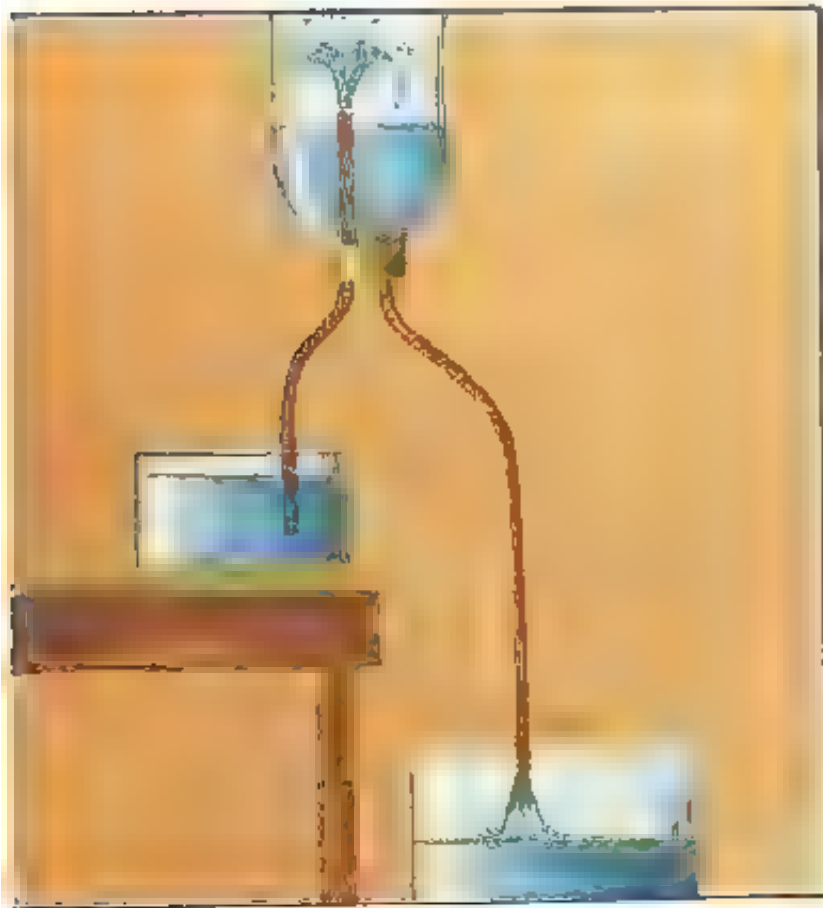
تجربة (١١) كيف يعمل السيفون ؟

خذ أنبوبة رجاحية مطوية على شكل حرف S وادخلها تنوفاً ندىك مثل هذه الأنبوبة تستعمل تسحب أنبوبة رجاحية عادية على نار قوية وإحناؤها لتأخذ هذا الشكل . (شكل ١٧) يمكنك الاستعاضة عن الأنبوبة الرجاحية بأنبوبة مضاعفة أو أنبوبة معدنية أيضاً . إن الأنبوبة الرجاحية تتميز بذلك تستطيع رؤية ما يجري في داخلها . خذ الآن وعائين أحدهما يحتوي على الماء والآخر خالي من الماء . ضح الوعاء الأول فوق سطح المنضدة وضع ثلثي على الأرض . ملاء الأنبوبة الرجاحية بالماء أيضاً واعن طرفها بطرفي أصابع يديك ثم اقلها فوق الوعائين بحيث تنعسر نهاية الطرف القصير في الماء داخل الوعاء الموضوع فوق سطح المنضدة ثم ارفع أصابعك عن طرفي الأنبوبة ماذا تلاحظ ؟ هل بدأ الماء يجري من الحوض الأعلى إلى الحوض الأسفل ؟ لو



تجربة (١٧)
كيف تعمل المافرة السيفونية؟

يخرج الماء من الوعاء لأسفل إلى الوعاء الأعلى باستمرار . لأن الماء يضغط قطرات من الحبر لتكون المافرة ملونة يُصنوع على هيئة مافرة اسم (المافرة السيفونية) لأنها تعمل على قاعدة السيفون



شكل (١٨)

خذ قبة رجاحية ذات فوهة كبيرة سبياً وثبت في فوهتها سدّاً محكمًا فيه ثقب . أدخل في أحد الثقبين أنبوبة رجاحية أو معدنية ذات نهاية صلبة ملتصقة بحيث تكون هذه النهاية في الداخل وتنتهي عند حوالي منتصف الدورق واصل النهاية الأخرى للأنبوبة بأنبوب مطاطي صوله حوالي ٢٠ سنتيمتر . أدخل في الثقب الآخر أنبوبة قصيرة أخرى رجاحية أو معدنية بحيث تكون نهايتها التي في داخل القبة قريبة من على نسيئة وصل الطرف الثاني هذه الأنبوبة بأنبوب مطاطي صوله حوالي المتر صعد في القبة كمية من الماء إلى حوالي ثلث ارتفاعها ثم غشها بحيث ينتهي الأنبوب المطاطي بمصير بوعاء ماء موصوع فوق سطح مصلبه وينتهي الأنبوب المطاطي بطويل بوعاء مخرج على الأرض . ولاحظ ما يحدث (شكل ١٨)

هل بدأ الماء يسقط من الأنبوبة المثلثة نحن نفعل على شكل مافرة ٢ هل أخذ ماء يتدفق من بوعاء الأعلى الموصوع فوق سطحه إلى البوعاء الأسفل الموصوع على الأرض ؟ بإمكانك جعل مافرة مستمرة من ماء تسير إلى بوعاء أعلى أو




تجارب على الهواء في أجسامنا

تجربة (١٣)

كيف تعمل الرئتان في جسمنا ؟

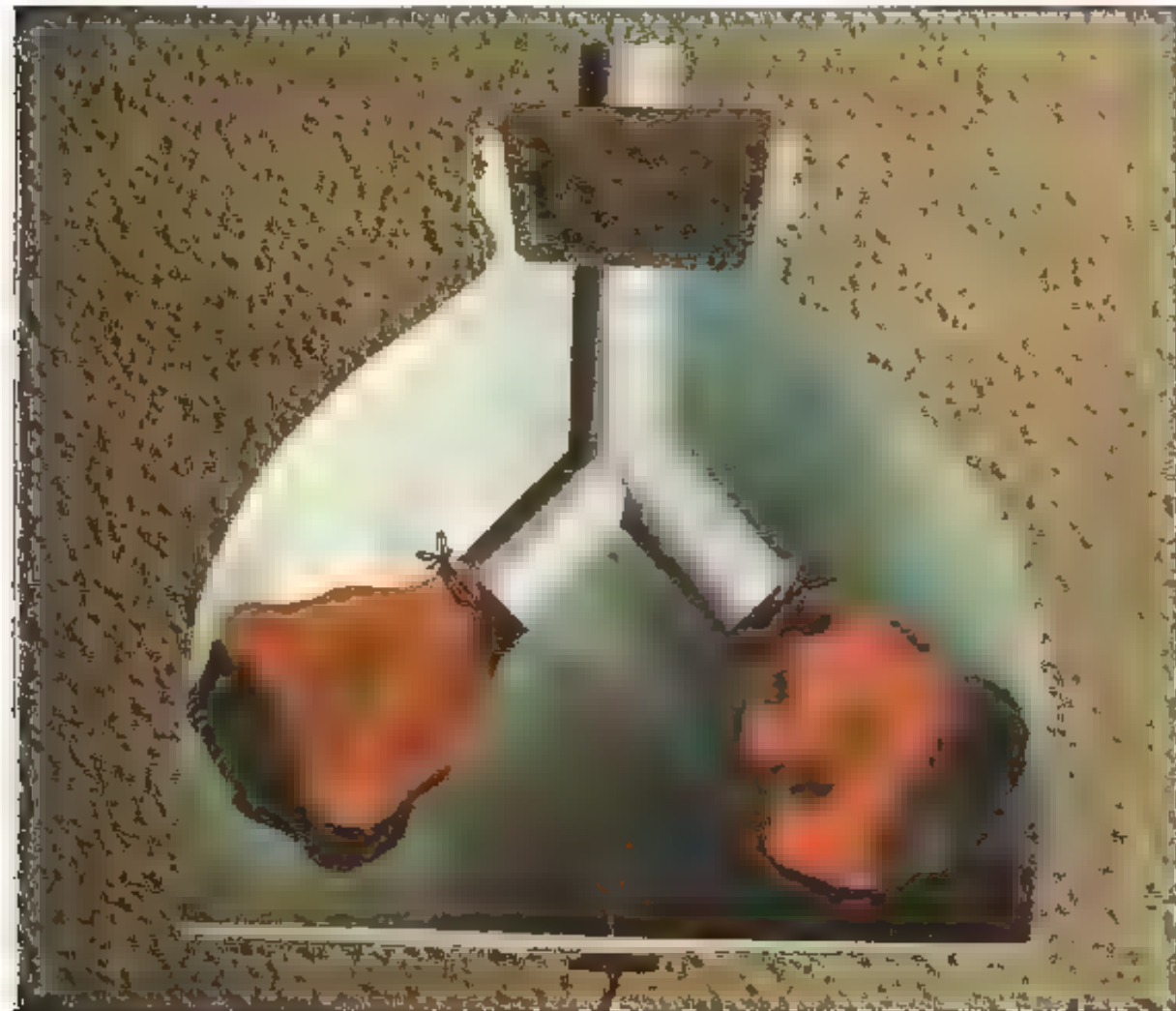
عمية لنفس تتم في مرحلتين - مرحلة شيق - سحب هواء خارجي - ثم مرحلة رقيق - هواء رقيق - ثم مرحلة هواء من الرئتين إلى الخارج - هذه فكرت كيف تتم هذه العملية ؟ كيف تعمل الرئتان في جسمنا ؟ حاولت إذا إجراء هذه التجربة وتطبيق نتائجها على ما يجري في جسمك ، خذ ناقوساً رجائياً يحتوي على فتحة صغيرة في نهايته العليا إضافة إلى فوهته المفتوحة من أطراف المربع ، إذا لم تسع لحصول على مثل هذا الناقوس ، سعمل قبة رجائية اعتيادية بعد قص فمها وذلك نغش حدار لينة بواسطة قاطعة الرياح بالقرب من قعرها ولغ الغنية بشريط من ورق الشاف المثل عدد حدود الخدش ثم تسحب القعر بوضعه في ماء حار أو إمراره في ضعيف حول الحدش يجب تنعيم الحافات المفصولة بمرد أو بالتسخين الشديد على نار قوية .

تحتاج أيضاً إلى أنوية ثلاثية للتوصل على شكل  وتحتاج أيضاً إلى معاديين مرتين أو كسرين من أكياس الدلو الرقيقة وغشاء مطاطي ، (شكل ١٩)

تت سداداً محكماً في الفتحة الصغيرة من - قوس - داخل الطرف الطويل من - قوس - الموصل من - قوس - في - قوس - ثقت المطاطين أو كيسي ليدون في طرفي أنوية التوصل ثقت لغشاء المطاطي فوق موهه لعريضة الناقوس كما في الشكل وثقت حبس أو حمة في وسط الغشاء بواسطة مادة لاصقة . والآن اسحب الغشاء بواسطة الخط أو الحلقة إلى الأسفل ماذا يحدث للكيس في داخل الناقوس ؟ هل تعتقد أنهما قد انعدا ؟

هل يعني ذلك أن الهواء قد دخل إليهما من الخارج ؟ هل يمكن مقارنة ذلك بعملية الشيق في جسم الإنسان التي تحدث في الرئتين ؟ هل تؤكد أن عمل الحجاب الحاجز في جسم الإنسان بمثل عمل الغشاء المطاطي في هذه التجربة ؟

والآن ادفع الغشاء المطاطي إلى الأعلى ، ماذا يحدث الآن ؟ هل تقلص حجم الكيس داخل الناقوس ؟ هل يدل ذلك على أن هواء قد طرد الآن من داخل الكيس إلى الخارج ؟ هل يمكن مقارنة ذلك بعملية الزفير ؟ كرر العملية بضع مرات بتحريك الغشاء المطاطي إلى الخارج والداخل ولا حظ حركة الكيس . كنت حاولت تحريك طرف أصبعك من لقوة خارجية لأنوية التوصل واستشعر حركة الهواء في دخوله وفي خروجه . ولأن هل تعرف لماذا يدخل الهواء إلى الكيس عند سحب الغشاء المطاطي إلى الخارج ؟ هل سيتدخل الضغط داخل الناقوس حول الكيس في هذه حانة ؟ وهل يؤدي ذلك إلى تعب ضغط الهواء الخارجي والدفاع إلى الداخل ليدلاً لكيس ؟ وهل يحدث العكس عند دفع الغشاء المطاطي إلى الداخل ؟ هل سيؤدي ذلك إلى زيادة ضغط الهواء في داخل الناقوس حول الكيس بما يجعله يتعب على ضغط الهواء في داخل الكيس ؟



شكل ١٩

تجربة (١٤)

ما هو حجم الهواء في الرئتين ؟

ملاً قنينة زجاجية كبيرة الحجم نسيب ماء واقف في حوض ماء بحيث تكون قنينة مغمورة في الماء ثم ندخل طرف الأنبوب في دحل القنينة حذو شهاب عميقاً بأعماق تستطيع ثم انفخ من الطرف الثاني من الأنبوب بقدر ما نستطيع أيضاً محاولاً إخراج أقصى ما نستطيع من الهواء من رئتيك . (شكل ٢٠) سوف يدخل هذا الهواء إلى داخل القنينة . — الآن تحريك القنينة إلى أعلى وأسفل دحل حوض الماء إلى أن تصبح مستوى الماء وحده في دحل وحارج قنينة أكثر مستوى

ماء في القنينة لتصبح قطعة ورق على حداثها . وبعد ذلك احسب حجم الهواء الذي دخل إلى القنينة بماء القنينة ماء إلى نفس المستوى المؤشر وقياس حجم ماء بواسطة اسطوانة مدرجة . إن حجم الهواء الذي توصلت له لا يمثل حجم الهواء الموجود في الرئتين ، لكنه لأن هواء لا يخرج ، لكنه من رئتين خلال عميق الزفير . ولكنك توصلت على الأقل إلى كمية الهواء التي بدحت أو خرجت خلال عميق تنفس . وهذه الكمية تختلف من شخص إلى آخر وباختلاف العمر . ومتوسط هذه كمية هو حوالي ٥٠٠ سنتيمتر مكعب . فإذن ذلك ما توصلت إليه . — سنؤتيك من خلال هذه التجربة .

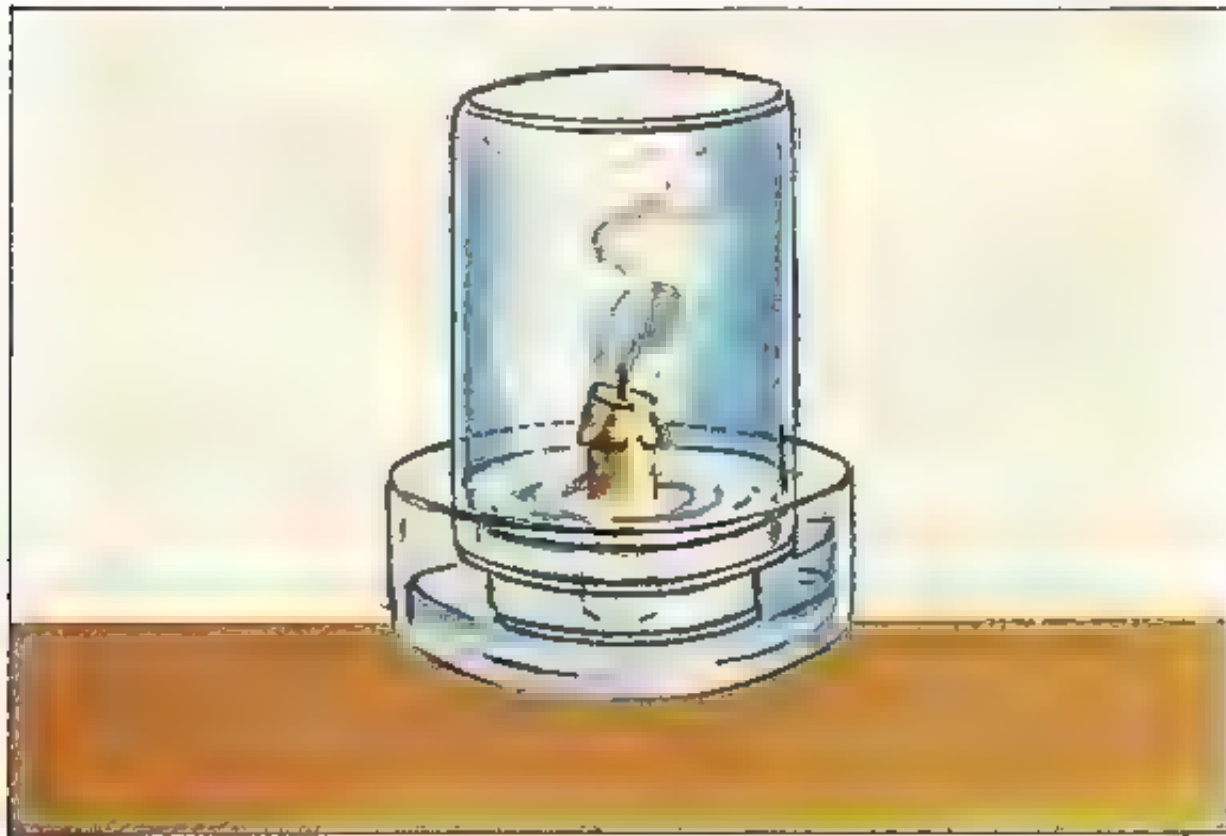


شكل ٢٠





شكل (٢١-أ)



شكل (٢١-ب)



تجربة (١٥)

ما هي نسبة الأوكسجين في الهواء ؟

على الأسطوانة أو استعمال مسطرة لمعرفة ارتفاع الماء في داخل الأسطوانة فوق مستوى الماء في الحوض . وقارن ذلك بارتفاع عمود الهواء الأصلي داخل الأسطوانة . هن وجدت أن ارتفاع الماء يساوي حوالي $\frac{1}{5}$ ارتفاع عمود الهواء ؟ هل يدل ذلك على أن نسبة الأوكسجين في الهواء تساوي حوالي $\frac{1}{5}$ الهواء .

لاحظ في هذه تجربة بأن حجم غاز أكسيد الكربون الناتج من احتراق شمعة هو حجم ضئيل بالقياس إلى حجم الأوكسجين المستهلك ويمكن إهماله في هذه التجربة

تت شمعة طويلة نسبياً على قعر حوض بواسطة شمع لمصهر (شكل ٢١-أ) ثم صغ كمية كافية من الماء في الحوض واشعل الشمعة ثم قلب فوقها أسطوانة رداحية مبردة دت جواب مستقيمة انتظر فترة مناسبة إلى أن تغطي الشمعة (شكل ٢١-ب) هل يرتفع الماء داخل الأسطوانة المدرجة ؟ لماذا انطاعت الشمعة ؟ ألا تعتقد بأن احتراق الشمعة قد استنفد الأوكسجين الموجود في داخل الأسطوانة المدرجة ؟ ألا تعتقد بأن كمية الماء التي ارتفعت في داخل الأسطوانة تمثل حجم الأوكسجين الذي كان موجوداً في داخل الأسطوانة ؟
ستجد الآن من التدريجات الموجودة

الهواء والحياة

تُشكلُ الهواء جِلافاً يحيط بالكُرة الأرضية سُمكُه يزيدُ على ١٠٠٠ كيلومتر. والهواء مزيجٌ من عَراتٍ عديدةٍ أحدها هو الأوكسجين الذي يشكل حوالي ٢١ من مكونات الهواء كما نعرفه من "نِجْرة ١٥ سائقة" وتُشكلُ ستروحينٌ حوالي ٧٨. من مكونات الهواء. وما نفى من هواء شتعل على عَراتٍ عديدةٍ منها عَرُ ثُلثي أوكسيد الكربون وعَرُ الأركون وعَرُ سون وعَراتٍ وأخرى أخرى ويُعتبرُ الهواء حيويةً لحياة لاسن وحياة جميع الكائنات الحية من حيوانات ونباتات وهي لا تستطيعُ عيش طويلاً بدونهُ. وحتى "الحيوانات والنباتات التي تعيشُ في الماء فهي تأخذُ حاجتها منه (من الهواء المُذاب في الماء). كذلك ما يعيشُ منها في التربة يعتمدُ على الهواء الموجود في المسامات وفي الفجوات داخل التربة.

ونحتاجُ كافة الكائنات الحية إلى الأوكسجين في عملية تنفس وتُستخدمُ هذه الأوكسجينُ داخل جسمٍ في عملية حترقٍ عليه يكونُ لعدة غُثاة وقوداً وينتجُ عن ذلك طاقةً على شكل حرارة وهي طاقةٌ نحتاجُها الجسمُ للحركة والكافة العمليات الحيوية التي تجري داخل الجسم. ونحتاجُ سائتاً انحصراً إلى ثُلثي أوكسيد الكربون لنبوئيد غذاءٍ في (عملية تنفس الصوي) والتي تتم في ضوء الشمس. أما لنبثروجين فهو الآخرُ عنصرٌ مهم في غذاء النباتات. وهكذا تصبحُ بأن مكونات الهواء تعتبرُ حيويةً جداً للحياة وبدونها لا تستطيعُ الكائنات الحية من البقاء. ويجبُ أن نحرصَ على نقاوة الهواء وعدمِ تعريضه لتلوثٍ وبذلك نضمنُ أحدَ عناصر الحياة المهمة.



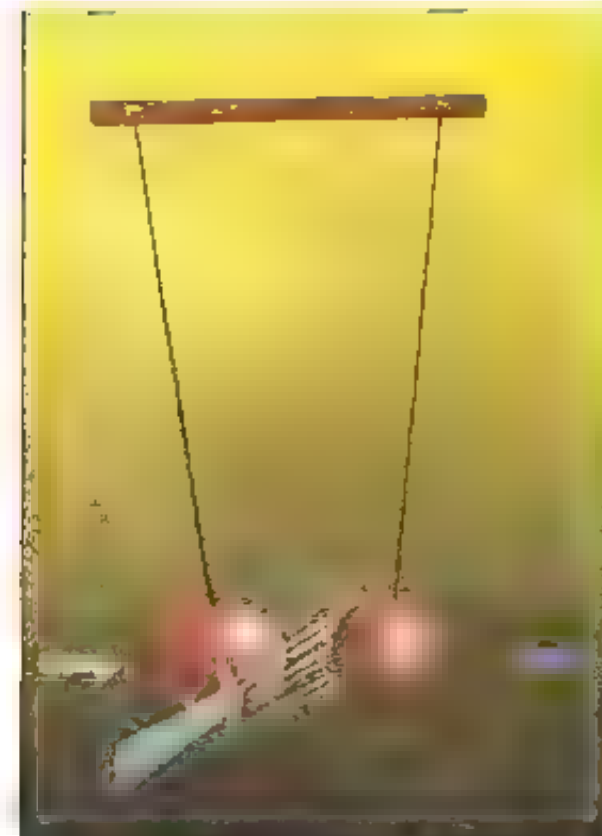
تجارب على ضغط الهواء المتحرك

تجربة (١٦)

هل يتغير ضغط الهواء بزيادة سرعته ؟

١٦ (أ) - عن كثب ملاحظي حوض متساويين مملوء كل واحد منهما بماء ١٠٠ سم بحيث تكون مسافة بين حوضي ١ سم وذلك بأن الكرئين في مستوى واحد (شكل ٢٢ - أ) أضع نفثتي بين كرئين بحيث يجري بهما تيار سريع من الهواء . لاحظي النتيجة . هل ستبعد الكرئين عند النفث كما يشاهد للذهن لأول مرة أم أنها على عكس ذلك سوف تتقاربان ؟ هل ننتج ذلك على أن زيادة سرعة الهواء بين الكرئين قد قلل ضغط الهواء بينهما ؟ وستأمن أصعب ضغط بين الكرئين متحللاً وأقل من الضغط الخارجي المسط على الكرئين ؟

١٦ (ب) - ضع كرة معلقة في داخل نفثتي هوائية إلى أعلى وضع من أنوية الضغط بقوة هل ستخرج الكرة من النفث ؟ هل تعتقد بأن تيار هوائي سوف يمر بين الكرة وحلقتي



شكل ٢٢

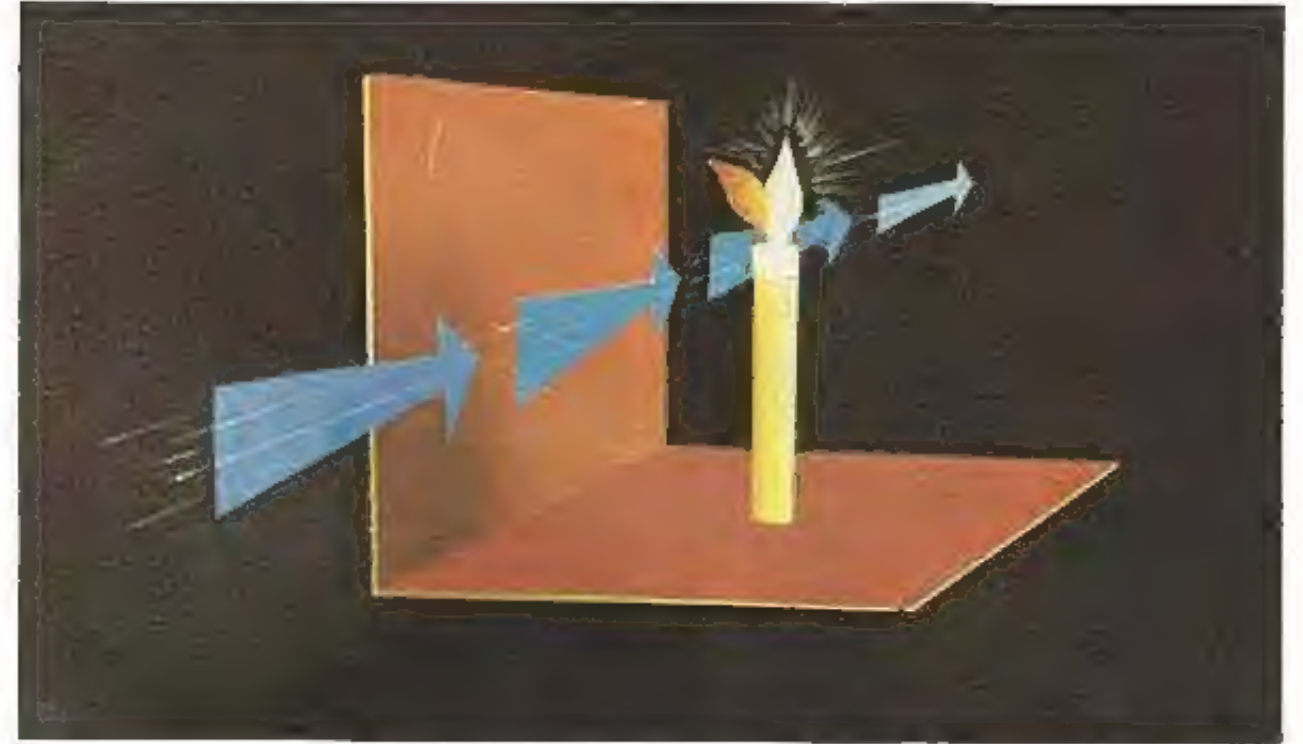
مع سوف يقل الضغط بهما ويعمل الضغط على تيار الكرة في وسط النفث . أضع النفث ؟ أفسد النفث وكثرة المسافة بين أن نفثت بالكرة في داخل النفث . أضع النفث ؟ هل نفث الكرة الآن ؟ وهل يمكن تغيير شحنة نفس النفث السابقة ؟ (شكل ٢٢ - ب)



شكل (٢٢ - ب)



شكل (٢٢-د)



شكل (٢٢-ج)

قد قُتل من ضغط الهواء فوقه وبذلك تغلب
الضغط المسلط على أسفل الورقة ورفعتها ؟
(شكل ٢٢-د) .

بإمكانك إجراء تجارب كثيرة مماثلة
تؤكد لك جميعها بأن ضغط الهواء سوف يقل
بزيادة سرعته . وإذا كنت ما تزال مهتماً
بمسألة طيران الطائرة التي وردت في مقدمة هذا
الكتاب فإن هذه التجارب سوف تساعدك إلى
حد كبير في معرفة الجواب . ومع ذلك فإننا
تؤكدك بأنك سوف تحتاج إلى معرفة أشياء
أخرى عن شكل الطائرة وبصورة خاصة عن
شكل أجنحة الطائرة ولذلك نأمل بأنك
سوف تشترك معنا في المناقشات التي ستجرها في
الصفحات التالية عن هذا الموضوع .

١٦ (ج) - ثبت شمعاً مشتعلة بالقرب
من حاجز مكون من ورق سميك وعلى بعد
حوالي ٥ سم منه ثم انفتح بقوة بين الشمعة والحاجز
ولاحظ حركة لهب الشمعة . هل يتحرك اللهب
باتجاه الحاجز ؟ لماذا ؟ هل يدل ذلك على أن
ضغط الهواء بين الشمعة والحاجز قد نقص عند
النفخ ؟ (أي عند زيادة سرعة الهواء في هذه
المنطقة) . (شكل ٢٢-ج)

١٦ (د) - خذ شريطاً من الورق طوله
حوالي ٣٠ سم وعرضه حوالي ٤ سم واطويه من
أحد طرفيه بعرض ٤ سم امسك الشريط بيدك
من طيته بالقرب من فك وانفتح بقوة فوق
الطية . ماذا تلاحظ ؟ هل يرتفع شريط الورق
إلى أعلى ؟ ولماذا ؟ هل تعتقد على ضوء التجارب
السابقة بأن زيادة سرعة الهواء فوق الشريط

من الطائرة الورقية إلى الطائرة ذات المحرك

يرتفع المنطاد (شكل ٢٣ - أ) في الهواء بناتير القوة الدافعة للهواء التي تساوي وزن الهواء الذي يزيحه المنطاد تماماً كما ترتفع قلبة أو قطعة من الخشب عند وضعها في داخل الماء وفي حالة المنطاد يكون المنطاد بما فيه من غاز أخف من الهواء المزاج ولذلك فإن قوة الدفع إلى أعلى الناتجة عن الهواء المزاج تغلب على وزن المنطاد فيرتفع المنطاد.

أما الطائرة الورقية (شكل ٢٣ - ب) فهي أثقل من الهواء ولذلك فإن القوة الدافعة للهواء ليست كافية لرفعها وتعتمد في ارتفاعها على سرعة الهواء موضعها في الهواء فهي في وضع مائل بزاوية مناسبة ومشدودة بحيث تجعلها تدفع مسددة أمام الرياح وعند اصطدام الهواء (رياح) بسطحها الأسفل يرتد الهواء عن هذا السطح فسلطاً قوة معينة عليه ويعتمد مقدار هذه القوة على سرعة الرياح ومساحة سطح الطائرة الورقية، والمركبة الشاقولية لهذه القوة تشكل القوة الرافعة للطائرة الورقية وترتفع الطائرة الورقية عندما تكون القوة الرافعة الناتجة عن حركة الهواء (الرياح) أكبر من وزن الطائرة.

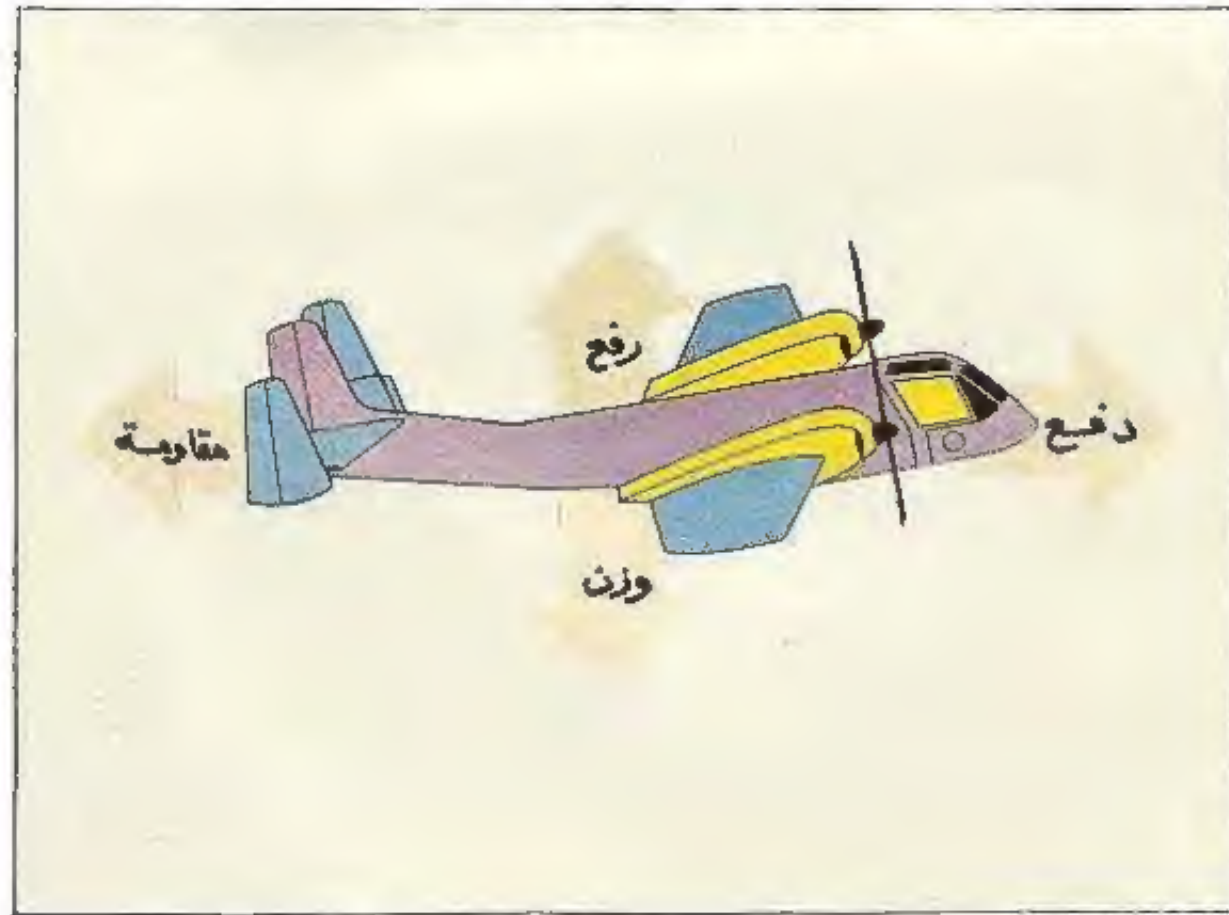


شكل (٢٣ - ب)

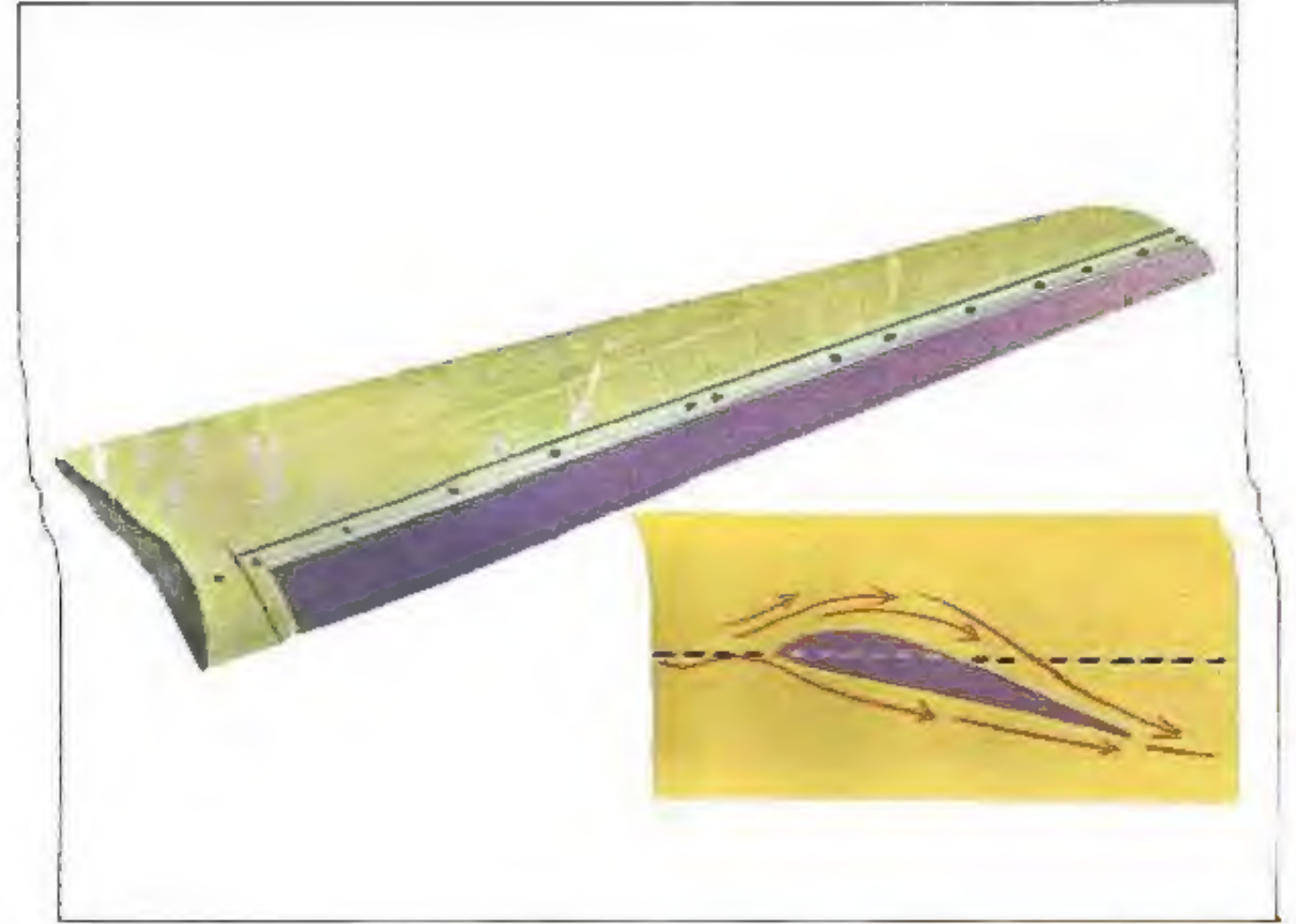


شكل (٢٣ - أ)

وننتقل الآن إلى الطائرة ذات المحرك وهي مثل الطائرة الورقية أثقل من الهواء ولذلك فإن القوة الدافعة للهواء الناتجة عن الهواء المزاج لا تكفي لرفعها وهي ضئيلة بالنسبة لوزن الطائرة، ومن جهة أخرى فإن هذه الطائرة لا تستطيع الاعتماد على حركة الرياح كالطائرة الورقية لأن سرعة الرياح لا تشكل إلا قوة رافعة قليلة قد تستطيع رفع الطائرة الورقية ولكنها لا تستطيع رفع الطائرة العادية. ولذلك تجهز الطائرة بمحرك يعطيها سرعة كبيرة إلى أمام، قد يكون المحرك ذا مروحة أو محرك نفث أو محرك صاروخي في جميع الحالات يعطي المحرك سرعة كبيرة جداً إلى أمام أي أن الطائرة هنا تعتمد على حركتها في الهواء وليس على حركة الهواء نفسه (شكل ٢٣ - ج) ولكن النتيجة واحدة وهي أن الهواء سوف يصطدم بالطائرة بسرعة كبيرة تماماً كما تصطدم الرياح بالطائرة الورقية ولكن سرعة الهواء هنا أكبر بكثير والقوة الناتجة تكون أكبر أيضاً وهي تتناسب أيضاً مع سرعة الطائرة ومساحة الأجنحة وكذلك تعتمد على وضع الجناح وميلانه، غير أن القوة الرافعة الناتجة بهذه الطريقة تمثل ١٥٪ فقط من القوة الرافعة الكلية للطائرة، فمن أين تأتي بقية القوة اللازمة لرفع الطائرة؟



شكل (٢٣ - ج)



شكل (٢٣ - د)

تذكر الآن التجارب الأربع أ - ب - ج - د التي أجريتها ضمن التجربة ٢٦ والتي توصلنا فيها إلى نتيجة مهمة وهي أن ضغط الهواء يقل عندما تزداد سرعته. ولاحظ الآن (شكل ٢٣ - د) الذي يمثل مقطعاً في جناح الطائرة لاحظ كيف أن الجناح قد صُمم بطريقة تجعل سرعة الهواء فوقه أكبر من سرعة الهواء تحته فالجناح مُحدَّب من أعلى ومستقيم تقريباً من أسفل ولذلك فاهواء المار فوق الجناح يقطع مسافة أطول ليعبر الجناح من الهواء الذي يمر تحت الجناح. وإذا كان الأمر كذلك فإن ضغط الهواء فوق الجناح سيكون أقل من ضغط الهواء تحت الجناح والفرق بينهما يُولد قوة رافعة يعتمد مقدارها أيضاً على مساحة الجناح وسرعة الهواء أي سرعة الطائرة. إن القوة الرافعة الناتجة عن فرق الضغط على جهتي الجناح تشكل معظم القوة الرافعة الكلية للطائرة وهو ما يعادل ٨٥٪ من القوة الرافعة الكلية.

هل عرفت الآن كيف تطير الطائرة؟ وما هي القوة الرافعة لها؟ هناك أشياء أخرى كثيرة تهتمك أيضاً عن الطائرة وأجزائها وأنواعها وعليك أن تتابع القراءة في كتب ومصادر أخرى للتعرف عليها. لعلك أيضاً قد تعرفت من خلال هذا الكتاب على أشياء كثيرة تتعلق بالهواء من حولنا وذلك من خلال التجارب التي قدمناها لك فيه. ومن المؤكد أن هناك أشياء أخرى عن الهواء تستطيع أن تتعرف عليها من خلال التجارب العملية أيضاً. وثقتنا كبيرة بأنك ستواصل البحث عن مثل هذه التجارب في كتب ومصادر أخرى. فإن المعرفة العلمية ليس لها حدود ولعلك تستطيع ابتكار بعض التجارب بنفسك وليس ذلك بعيد على من يحب المعرفة ويعشق العلم ويكرس وقته وجهده في سبيل خدمة مجتمعه وخدمة الإنسانية عن طريقه.



